

音响师 听力训练基础

张婧颖 孟子厚 编著

*Critical Listening for
Audio Engineer*



配DVD一张



国防工业出版社

National Defense Industry Press



音响师听力训练基础

Critical Listening for Audio Engineer

张婧颖 孟子厚 编著



国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

音响师听力训练基础/张婧颖,孟子厚编著. —北京:国防工业出版社,2015.8

ISBN 978-7-118-10200-0

I. ①音... II. ①张... ②孟... III. ①音频设备—从业人员—听力—技术培训—教材 IV. ①TN912.2②Q437

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 157384 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 406 千字

2015 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 49.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

2006年10月,国防工业出版社出版了我们编著的《音响师声学基础》,在那本书的前言里曾经提到,音响师是个比较特殊的职业,包括音响工程师和音响调音师。这个职业之所以特殊是因为音响师的工作对象是看不见、摸不着的声音,缺乏直观的和可触摸的操作依托。声音是给人听的,如何把握声音的物理本质、如何把握人的听觉生理和听觉心理是音响师制作出好听的声音的必要条件。要把握声音的物理本质、把握人的听觉心理,音响师本身必须具备专业的听觉判断力。

专业的听觉判断能力除了要求听力健康、听觉正常外,更重要的是要求对声音的音质属性的各个方面有识别和分辨的能力,有较常人更为敏锐的对声音各种属性的感知阈。这种专业的听觉能力,除了需要一定的先天条件外,更多的是通过后天的专业训练和自我修炼达成的,而且这是一个持续不断的过程,因为专业的听觉能力如果不时常练习,会衰落以致丧失,这与人的生理特性有关。

听力训练的课程目前在国内外相关的学校和培训机构都有一些,形式不同,针对的对象也不同。如适用于音乐教育的视唱练耳课程、适用于特殊职业群体的听音判型训练课程,以及适用于声音设计专业学生的听音训练课程等。音响师群体是一个比较宽泛的概念,并不只局限于大专院校里相关专业培养出来的音响工程师,包括所有从事与音响技术、音响艺术有关的从业人员和音响爱好者,如音响企业的员工、娱乐业的调音师、文化演艺部门的音响技师等。这个职业群体所需的听音训练难以都在专业的院校里进行,而且根据我们国内目前的实际情况,大部分音响师或音响从业人员的职业选择并不是完全出于个人兴趣或爱好,因此个人对听觉能力的自我提高也没有先天性因素或兴趣爱好的驱动。如何提高广大的音响从业人员的听觉能力,这是一个应该值得重视的问题。目前即使各个专业院校的相关专业里开设的专业听音训练课程也不统一,缺乏完善的训练计划和教学材料,而面向音响从业人员个人听力修炼的基础性教材可以说几乎没有。

为了给广大的音响从业人员和音响爱好者提供一个自我练习,提高听觉能力的教材,我们在中国传媒大学传播声学研究所内部开设的听音训练课程的基础上编撰了《音响师听力训练基础》,这门课程的主要内容在宁波音王公司的企业听音员培训中讲授实施过,效果良好。在音王公司的企业听音员培训中,培训前参训人员的听力合格率不足30%,培训后参训人员的听力合格率达到90%以上,具体培训效果可参见《演艺科技》2014年第10期刊登的“音质主观评价听音员的选拔与培训”一文。

本书的使用应该与《音响师声学基础》结合起来,使用本书的人员最好具有必要的声学基础知识,对音响工程和音质评价所涉及到的基本的声学概念有准确的理解。这样才能有效地使用本书。除了音响爱好者自己根据本书和附带的声音文件进行自我修炼外,本书也完全适合于与音响技术相关的各个学科专业的各类学生进行基础性的听音训练课

程使用。目前文化部立项的《演出用专业音响设备音质主观评价方法》标准正在编制中,在此标准中,对听音员的听力作出了规定,本书也可以作为此类主观音质评价标准配套使用的对听音员进行基础培训的教材。

本书的内容由 12 章组成,包括声音基本要素的听辨训练,音响设备音质评价的训练,音响环境音质听辨的训练,空间感的听辨训练,音乐音质的基本听辨训练等。第 1 章:听觉机理与听音评价基础,是使用本书所需的基础知识和基本概念的梳理。第 2 章到第 5 章涉及到声音感知中最基本的几个要素:响度、音高与频率、音色与频谱特性、声音的时长。第 6 章:音响环境的混响特性,涉及到的是对听音环境的音质特性的感知。第 7 章:畸变与失真,涉及到的是电声器件的失真引起的音质特性的感知。第 8 章:谐和性与平衡性,涉及到的是对声音组合和乐队配器的音质的感知与评价。第 9 章:瞬态特性,涉及到的是音响系统对声音信号的响应和表现能力。第 10 章:双耳听觉与空间感,涉及到的是双耳听觉技术的评价中需要把握的对空间感的感知能力。第 11 章和第 12 章:音乐情感感知、音乐作品风格分析,涉及到的是对音乐音质的感知中所需要的对音乐情感的感知能力以及对音乐作品风格分析的基础。

本书的内容编排针对音响行业的从业人员需要的基本听能要求,供此类人员在教师辅导下或自我进行系统性的基础训练。每一章除了基础知识的学习外,主要由听音练习和听音实验内容组成,听音练习和实验除了指定的有声参考出版物外,都配有声音文件,读者可以根据实际情况选用。每一章的内容建议至少一个星期的学习和训练时间,以保证学习效果。本书的内容不适用于短期的、突击性的训练方式。本书的阅读和使用对象是具有初中以上文化程度的音响行业的从业人员,包括音响设备与器件制造业的从业者、剧场扩声技术人员、文化娱乐场所的调音人员、声纳技术人员等,以及音响工程、录音艺术、心理声学等需要听音评价能力的相关专业和研究方向各类学生和研究人员等。

本书的编撰得到了中国传媒大学传播声学研究所各位研究生的协助,包括内容编撰、声音文件的制作、初稿的验证试用等。仝欣对第 10 章的内容作出了重要的贡献,陆赫、邓琛对声音文件的制作和本书的验证试用作出了重要贡献,在此一并感谢。由于编著者的水平有限,且读者对象的涉及面比较广泛,所以难免有对某些情况不适用的地方,和某些内容上的缺陷,希望本书的使用者在使用过程中不吝赐教,及时返回发现的问题并提出宝贵的建议,以利于我们对本书进行修改和完善。

孟子厚

2014 年 11 月 22 日

中国传媒大学传播声学研究所

目 录

第 1 章 听觉机理与听音评价基础	1
1.1 人的听觉生理系统及其特性	1
1.1.1 人耳构造及其声学特性	1
1.1.2 听觉传导途径	6
1.1.3 听觉感知的生理机制	7
1.2 听觉心理效应	9
1.2.1 聚焦效应	9
1.2.2 掩蔽效应	9
1.2.3 双耳效应	10
1.3 音响环境和音响器件	11
1.3.1 音响环境	11
1.3.2 音响器件	11
1.3.3 放声系统	12
1.3.4 扩声系统	13
1.4 音响设备的主观音质评价	13
1.4.1 主观音质评价	13
1.4.2 主观音质评价指标	13
1.5 主观评价实验方法概述	15
1.6 主观音质评价相关要求	16
1.6.1 听音房间要求	17
1.6.2 放音设备要求	18
1.6.3 听评人员要求	18
1.7 听音训练、听能形成与听力保护	19
1.7.1 听音训练	19
1.7.2 听能形成	20
1.7.3 听力损伤	20
1.7.4 听力保护	22
参考文献	24
第 2 章 响度	25
2.1 听觉阈限与痛阈	25

2.1.1	声压	25
2.1.2	听觉阈限	25
2.1.3	听力级	27
2.2	等响特性测量	29
2.2.1	纯音响度量化	29
2.2.2	等响曲线	30
2.2.3	等响测量	31
2.2.4	噪声响度	32
2.2.5	乐音响度	32
2.3	纯音响度判断	35
2.3.1	听音练习 1:纯音等响听辨	35
2.3.2	听音练习 2:纯音相对响度听辨	36
2.3.3	听音练习 3:纯音的持续时间与响度听辨	37
2.4	复合音响度判断	37
2.4.1	听音练习 4:复合音的频率间隔与响度听辨	38
2.4.2	听音练习 5:复合音的幅度与响度听辨	38
2.4.3	听音练习 6:复合音的频率比与响度听辨	39
2.5	噪声响度判断	39
2.5.1	听音练习 7:宽带噪声相对响度听辨	39
2.5.2	听音练习 8:窄带噪声相对响度听辨	39
2.5.3	听音练习 9:窄带噪声的带宽与响度听辨	40
2.5.4	听音练习 10:窄带噪声的中心频率与响度听辨	40
2.5.5	听音练习 11:宽带噪声的响度突变听辨	41
2.6	乐音响度判断	42
2.6.1	听音练习 12:乐音单音相对响度听辨	42
2.6.2	听音练习 13:乐音音阶等响听辨	43
2.6.3	听音练习 14:音乐片段响度听辨	43
2.6.4	听音练习 15:音乐片段最佳响度	44
2.7	响度的差别阈限	45
2.7.1	实验 1:纯音响度差别阈限测试	46
	第 2 章 附录	47
	参考文献	56
	第 3 章 音高与频率	57
3.1	纯音绝对频率的判断	57
3.1.1	纯音音高	57
3.1.2	听音练习 1:纯音音高听感	58
3.1.3	听音练习 2:纯音相对音高听辨	59
3.2	乐音绝对音高的判断	59

3.2.1	乐音音高标记	59
3.2.2	乐音标准音高	60
3.2.3	乐音绝对音高	60
3.2.4	听音练习 3:乐音绝对音高听感	61
3.2.5	听音练习 4:乐音相对音高听辨	62
3.2.6	听音练习 5:乐音八度音程听辨	62
3.2.7	听音练习 6:乐音绝对音高听辨	63
3.3	乐音之间音程关系的判断	64
3.3.1	音程关系	64
3.3.2	旋律音程	65
3.3.3	和声音程	66
3.3.4	听音练习 7:和声音程听感	68
3.3.5	听音练习 8:和声音程协和感听辨	68
3.3.6	听音练习 9:旋律音程进行方向听辨	68
3.3.7	听音练习 10:旋律音程谐和感听辨	69
3.4	窄带噪声音高的判断	69
3.4.1	听音练习 11:窄带噪声音高听辨	70
3.4.2	听音练习 12:带通噪声音高听辨	70
3.5	纯音频率的差别感知阈限	71
3.5.1	纯音频率感知的差别阈限测量	71
3.6	乐音音高分辨力	73
3.6.1	人耳对乐音音高的分辨能力	73
3.6.2	听音练习 13:旋律中音高变化听辨	73
3.6.3	实验 1:乐音音高分辨率测试	73
3.7	纯音之间的掩蔽效应	74
3.7.1	掩蔽效应	74
3.7.2	纯音之间的掩蔽	75
3.7.3	听音练习 14:纯音之间的掩蔽	75
3.7.4	听音练习 15:纯音之间的掩蔽与音高感知	76
3.8	纯音和噪声之间的掩蔽效应	76
3.8.1	听音练习 16:白噪声对纯音的掩蔽听辨	76
3.8.2	听音练习 17:窄带噪声对纯音的掩蔽听辨	77
3.8.3	听音练习 18:纯音掩蔽窄带噪声与音高感知	77
3.9	乐器之间的掩蔽效应	78
3.9.1	听音练习 19:乐器单音的掩蔽效应	78
第 3 章 附录		79
参考文献		89

第4章 音色与频谱特性	90
4.1 音色	90
4.2 白噪声	91
4.3 粉红噪声	92
4.4 频响特性与不规则频谱的带宽噪声	92
4.4.1 音色感知与频响特性	92
4.4.2 听音练习1:噪声频谱均衡的音色听感	93
4.4.3 听音练习2:噪声频谱均衡的音色听辨	93
4.4.4 听音练习3:噪声音色评价	94
4.5 声染色效应	94
4.5.1 声染色原理	94
4.5.2 梳状滤波器效应	95
4.5.3 梳状滤波器失真案例	98
4.6 语音的染色效应	101
4.6.1 语谱特性与声辐射指向	101
4.6.2 歌唱声频谱特性	102
4.6.3 人声音色与频谱均衡	103
4.6.4 听音练习4:语音频段均衡的音色听感	104
4.6.5 听音练习5:汉语普通话频谱均衡听感	104
4.6.6 听音练习6:汉语普通话梳状滤波失真听感	105
4.6.7 听音练习7:播音员语音音质评价	105
4.7 音乐的染色效应	106
4.7.1 乐器声辐射指向性	106
4.7.2 乐音音色与频谱均衡	109
4.7.3 听音练习8:乐器单音的频谱均衡听感	109
4.7.4 听音练习9:音乐片段的频谱均衡听感	109
4.7.5 听音练习10:音乐频谱滤波听感	110
4.7.6 听音练习11:音乐梳状滤波器失真听感	111
4.7.7 听音练习12:音乐的声染色综合听辨	111
4.8 乐音音质评价	111
4.8.1 听音练习13:乐音的“丰满度”听辨	111
4.8.2 听音练习14:乐音的“柔和度”听辨	112
4.8.3 听音练习15:乐音的“清晰度”听辨	112
4.8.4 听音练习16:乐音的“明亮度”听辨	112
4.9 乐器音色听辨	113
4.9.1 乐器分类	113

4.9.2 听音练习 17:乐器音色辨识	114
第 4 章 附录	116
参考文献	118
第 5 章 声音的时长	119
5.1 纯音时长的判断.....	119
5.1.1 纯音主观时长	119
5.1.2 听音练习 1:纯音主观时长听辨	120
5.1.3 听音练习 2:纯音之间间隔时长听辨	120
5.2 白噪声时长判断.....	121
5.2.1 听音练习 3:白噪声主观时长听辨	121
5.2.2 听音练习 4:白噪声之间间隔时长听辨	121
5.3 指数衰减白噪声时长的判断.....	122
5.3.1 听音练习 5:指数衰减白噪声主观时长听辨	122
5.4 窄带噪声时长判断.....	122
5.4.1 听音练习 6:窄带噪声主观时长判断 1	122
5.4.2 听音练习 7:窄带噪声主观时长判断 2	123
5.4.3 听音练习 8:窄带噪声主观时长判断 3	124
5.5 音乐声时长的判断.....	124
5.5.1 乐音主观时长	124
5.5.2 听音练习 9:乐音单音主观时长听辨	125
5.5.3 听音练习 10:旋律音程中单音主观时长听辨	125
5.5.4 听音练习 11:乐音音阶主观时长听辨	126
5.5.5 节拍与节奏	126
5.5.6 听音练习 12:声音序列节奏感知	127
5.5.7 听音练习 13:节拍重音的协调感	128
5.5.8 音乐节奏感知	129
5.5.9 中国传统音乐节拍	130
5.5.10 听音练习 14:节奏型感知	131
5.5.11 听音练习 15:节奏型听辨	131
5.6 稳态白噪声时长的差别阈限.....	132
5.6.1 实验 1:稳态白噪声的时长差别阈限	132
5.7 指数衰减白噪声时长的差别阈限.....	132
5.7.1 实验 2:指数衰减白噪声的时长差别阈限	132
第 5 章 附录	134
参考文献	142
第 6 章 音响环境的混响特性	143
6.1 混响.....	143
6.1.1 混响时间	143
6.1.2 混响感知	144

6.2	音乐信号混响感的判断	145
6.2.1	音乐混响感知	145
6.2.2	音乐最佳混响	145
6.2.3	听音练习 1:音乐干信号与混响信号对比	146
6.2.4	听音练习 2:乐器独奏的混响感判断	146
6.2.5	听音练习 3:音乐的混响效果与混响感	146
6.2.6	听音练习 4:音乐的混响频率特性与混响感	147
6.2.7	听音练习 5:乐器音色与混响感判断	147
6.2.8	听音练习 6:乐器独奏的最佳混响	147
6.3	语音信号混响感的判断	148
6.3.1	语言清晰度与混响感	148
6.3.2	听音练习 7:语音干信号与混响信号对比	149
6.3.3	听音练习 8:语音的混响效果与混响感	149
6.3.4	听音练习 9:语音的混响频率特性与混响感	149
6.4	教堂的混响感	150
6.4.1	教堂声环境	150
6.4.2	教堂的混响时间	150
6.4.3	听音练习 10:教堂的混响感	151
6.5	音乐厅的混响感	152
6.5.1	音乐厅最佳混响	152
6.5.2	音乐厅混响设计	153
6.5.3	听音练习 11:不同容积音乐厅的混响感	153
6.5.4	听音练习 12:音乐厅的混响感	154
6.6	其他环境的混响感	154
6.6.1	听音练习 13:其他环境的混响感	154
6.7	音乐信号的混响处理	155
6.7.1	混响效果	155
6.7.2	音乐的混响处理	156
6.7.3	实验 1:音乐片段的最佳混响	156
6.8	混响感的差别阈限	157
6.8.1	混响感差别阈限	157
6.8.2	实验 2:民乐混响感的差别阈限	158
第 6 章 附录		159
参考文献		160
第 7 章 畸变与失真		162
7.1	声信号失真	162
7.1.1	扬声器的失真特性	162
7.1.2	听觉系统的失真特性	164
7.1.3	人耳对失真的感知	165
7.2	纯音信号谐波失真	165

7.2.1	扬声器谐波失真	165
7.2.2	多频声谐波失真测量	167
7.2.3	听音练习 1:纯音的奇次谐波失真听感	168
7.2.4	听音练习 2:纯音的偶次谐波失真听感	168
7.3	复合音信号的谐波失真	168
7.3.1	听音练习 3:复合音的奇次谐波失真听感	168
7.3.2	听音练习 4:复合音的偶次谐波失真听感	169
7.4	非线性失真	169
7.4.1	互调失真	169
7.4.2	分谐波失真	171
7.4.3	听音练习 5:纯音的互调失真听感	171
7.4.4	听音练习 6:纯音分谐波失真听感	171
7.4.5	听音练习 7:分谐波失真与二次谐波失真的音高对比	172
7.5	音乐信号的谐波失真	172
7.5.1	听音练习 8:乐器单音的谐波失真听辨	173
7.6	限幅和削波引起的失真	174
7.6.1	限幅	174
7.6.2	硬削波	175
7.6.3	软削波	176
7.6.4	听音练习 9:音乐片段的限幅失真听感	177
7.6.5	听音练习 10:纯音的硬削波失真	178
7.6.6	听音练习 11:纯音的软削波失真	178
7.6.7	听音练习 12:谐波复合音的硬削波失真	179
7.6.8	听音练习 13:非谐波复合音的硬削波失真	179
7.6.9	听音练习 14:语音的硬削波失真听感	180
7.6.10	听音练习 15:乐音的硬削波失真听感	180
7.6.11	听音练习 16:乐音的软削波与硬削波失真比较	180
7.6.12	听音练习 17:乐音失真的主观音质评价	180
第 7 章 附录		182
参考文献		183
第 8 章 谐和性与平衡性		184
8.1	谐波列的听感	184
8.1.1	乐音谐波与频率	184
8.1.2	乐音谐和感	185
8.1.3	奇次谐波的听感	186
8.1.4	偶次谐波的听感	187
8.1.5	听音练习 1:谐波列的听感	187
8.1.6	听音练习 2:音程谐和感的偏离	188
8.1.7	听音练习 3:奇次谐波复合音的听感	188
8.1.8	听音练习 4:乐音奇次谐波的听感	188

8.1.9	听音练习 5:偶次谐波复合音的听感	189
8.1.10	听音练习 6:乐音偶次谐波的听感	189
8.1.11	听音练习 7:奇次与偶次谐波的对比听辨	190
8.2	不规则谐波列的谐和感	190
8.2.1	听音练习 8:不规则谐波列的复合音听辨	191
8.2.2	听音练习 9:不规则谐波列的乐音听感	191
8.3	协和感的心理声学属性	192
8.3.1	粗糙度	192
8.3.2	尖锐度	192
8.3.3	听音练习 10:调幅纯音的粗糙感	193
8.4	小提琴的谐波分析	193
8.5	二胡的谐波分析	194
8.6	吉他的谐波分析	196
8.7	琵琶的谐波分析	197
8.8	音色的平衡性	198
8.8.1	西方管弦乐的组成	198
8.8.2	听音练习 11:西方管弦乐组的合奏音色听辨	202
8.8.3	民族管弦乐的组成	203
8.8.4	听音练习 12:民族管弦乐组的合奏音色听辨	206
8.8.5	民族乐队的音色平衡	207
8.8.6	听音练习 13:弹拨乐合奏的音色平衡听辨	209
8.8.7	听音练习 14:乐器合奏的音色平衡听辨	209
第 8 章 附录		211
参考文献		213
第 9 章 瞬态特性		214
9.1	系统的阻尼特性与脉冲响应	214
9.1.1	系统的阻尼特性	214
9.1.2	扬声器阻抗特性	215
9.1.3	系统的脉冲响应	216
9.1.4	扬声器脉冲响应特性	216
9.2	猝发声的畸变	217
9.2.1	听音练习 1:猝发声的畸变听感	217
9.3	方波的畸变	218
9.3.1	听音练习 2:方波的畸变听感	218
9.4	打击乐的畸变	218
9.4.1	听音练习 3:打击乐的畸变听感	218
9.5	弹拨乐的畸变	219
9.5.1	听音练习 4:弹拨乐的畸变感知	219
9.6	扬声器瞬态特性的比较	219
9.6.1	扬声器的瞬态特性	219

9.6.2	扬声器的瞬态特性主观评价	221
9.6.3	听音练习 5:扬声器的瞬态特性听辨	222
9.6.4	听音练习 6:扬声器的瞬态感辨析	222
9.6.5	听音练习 7:扬声器的重放音质与瞬态特性的关系	223
9.7	传声器瞬态特性的比较	223
9.7.1	听音练习 8:传声器拾取弹拨乐的瞬态感听辨	223
9.7.2	听音练习 9:传声器拾取音乐片段的瞬态感辨析	224
第9章	附录	225
	参考文献	226
第10章	双耳听觉与空间感	227
10.1	听觉系统的声源定位机理	227
10.1.1	单声源定位	227
10.1.2	多声源合成定位	228
10.2	传统立体声	228
10.2.1	立体声扬声器重放方式	228
10.2.2	立体声耳机重放方式及头中定位	229
10.2.3	立体声拾音制式	230
10.2.4	听音练习 1:宽带噪声的立体声声像定位	232
10.2.5	听音练习 2:窄带噪声的立体声声像定位	232
10.2.6	听音练习 3:乐器声的立体声声像定位	233
10.2.7	听音练习 4:立体声拾音制式的听感	233
10.2.8	听音练习 5:头中声像的听感	233
10.3	双耳录音	233
10.3.1	双耳录音原理	233
10.3.2	双耳录音设备简介	234
10.3.3	听音练习 6:双耳录音听感	236
10.3.4	听音练习 7:双耳录音的声像定位	237
10.3.5	听音练习 8:双耳录音运动声像的定位	237
10.4	录音方式与重放方式的关系及交叉听闻	238
10.4.1	录音与重放	238
10.4.2	听音练习 9:传统立体声采用耳机重放时的听感	239
10.4.3	听音练习 10:双耳录音采用扬声器重放时的听感	239
10.5	环绕立体声	239
10.5.1	环绕立体声系统	239
10.5.2	环绕立体声的拾音	241
10.5.3	听音练习 11:5.1 环绕立体声的听感	243
10.6	声源空间印象的感知	244
10.6.1	声源的空间印象	244
10.6.2	听音练习 12:声像宽度与深度的感知	245
10.6.3	听音练习 13:包围感的感知	246

第10章 附录	247
参考文献	249
第11章 音乐情感感知	250
11.1 音乐情感表达	250
11.1.1 音乐的情感表达	250
11.1.2 音乐的情绪反应	250
11.1.3 听音练习1:古琴曲情感信息标注	251
11.1.4 听音练习2:民乐的情感信息标注	252
11.1.5 听音练习3:西乐的情感信息标注	252
11.2 音乐情感体验	253
11.2.1 音乐的情感体验	253
11.2.2 音乐的心境反应	254
11.2.3 听音练习5:音乐的情绪体验	256
11.2.4 听音练习6:音乐要素与情绪反应	257
11.3 音乐心理干预	258
11.3.1 音乐刺激与生理反应	258
11.3.2 音乐干预	258
11.3.3 音乐治疗	259
11.3.4 听音练习7:音乐治疗曲目听赏	259
11.3.5 实验1:音乐情感对生理参数的影响	260
参考文献	262
第12章 音乐作品风格分析	263
12.1 音乐欣赏	263
12.1.1 音响感知	263
12.1.2 联觉与联想	264
12.1.3 理解与认识	265
12.2 中西方音乐对比	265
12.2.1 音乐本质对比	265
12.2.2 音乐形式与内容对比	266
12.2.3 音乐审美对比	267
12.3 西方古典音乐赏析	267
12.3.1 听音练习1:《Картинки с выставки》赏析	267
12.3.2 听音练习2:西方音乐作品听赏	270
12.4 中国传统音乐赏析	271
12.4.1 听音练习3:《春江花月夜》赏析	271
12.4.2 听音练习4:民乐作品听赏	272
参考文献	273

第 1 章 听觉机理与听音评价基础

1.1 人的听觉生理系统及其特性

人的听觉过程是一个复杂的生理、心理过程,听觉生理是感知的基础。人的听觉系统由听觉器官、各级听觉中枢及其神经网络组成。听觉器官是人和动物通过声波的作用,感知外界事物的感受器官。声波作用于听觉器官,引起听感细胞的兴奋并导致听神经的电脉冲发放传入信息,经各级听觉中枢分析后便产生听觉。人处理听觉信息时除了利用听觉系统接收声音外,还需要大脑中枢来处理这些听觉信息,这就形成了听觉通路,简称“听路”。听觉通路是与听觉产生相关的一系列解剖结构。听觉通路在中枢神经系统之外的部分称为听觉外周,在中枢神经系统内的部分称为听觉中枢或中枢听觉系统。听觉外周也就是通常所说的听觉器官,即“耳”。听觉信息在听觉系统中的处理基本上是一个由外周到中枢,由低级到高级的等级上升过程。

1.1.1 人耳构造及其声学特性

人耳分为外耳、中耳、内耳三个部分,如图 1.1 所示。外耳是我们能看见的部分,包括耳廓和耳道,主要负责声音的采集。中耳包括鼓膜、听小骨(鼓室)和咽鼓管,主要负责声波的放大和阻抗匹配,并在高声强下保护内耳。内耳包括耳蜗和听神经,主要负责听觉转导,并将转导出来的神经信号送交听觉中枢处理。

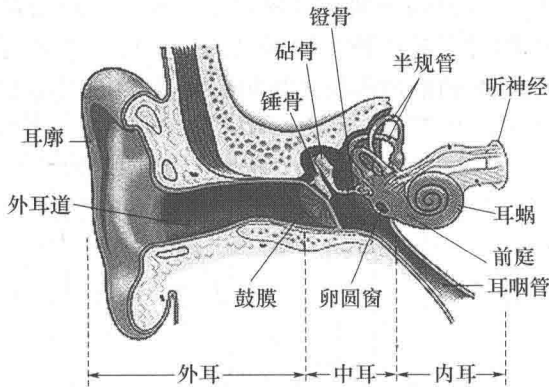


图 1.1 人耳的生理结构

1. 外耳

外耳包括耳廓和耳道两个部分。耳廓主要由软骨、软骨膜和皮肤组成,其表面立体结构复杂。耳廓的主要功能是收集声波,并对其进行滤波调制后传导到鼓膜。在生活中,我们为了听到更远处的声音,经常会在耳朵上用手掌圈成漏斗状以提高耳廓收集

声波的能力。利用耳机听音时,耳罩式耳机与耳塞相比具有明显的不同,表现在声音的染色效应。

耳廓的另一个重要作用就是声源定位,也被称为耳廓效应(或单耳效应)。它是指人们利用单耳对声音进行定位的能力。耳廓作为一个反射面(类似于一个镜面)会增加声音中的高频成分(高频声的波长较短),衰减低频成分(低频声的波长较长)。当来自不同方向且频率不同的声音到达人耳时,经耳廓反射进入耳道后会出现音色、时间(相位)和声能等方面的微小差异,根据这些差异听音者可以进行辅助定位。

另外,一些较低等哺乳动物的耳廓通常呈喇叭形,具有丰富的肌肉使其灵活运动,能竖起并随意在一定范围内改变方向,这有助于收集声波从而判断声源方位。人类耳廓的肌肉已经相对退化,耳廓的运动能力非常有限。从前方和侧方传来的声音可直接进入外耳道引起较强的鼓膜振动,但是同样的声音如果来自耳廓后方,则可能被耳廓遮挡,因而对声音的感知较弱。因此,人们常常会稍稍转动头部的位置,根据这时两耳声音强弱的轻微变化,从而判断声源的位置。

外耳道分为软骨和硬骨两个部分。外耳道长度是从耳甲腔的外耳道口到鼓膜之间的长度,约为2.5~3.5cm。靠外的1/3长度部分为正常皮肤,有毛发、耳垢腺、皮脂腺、神经和软骨。靠里的2/3长度部分皮肤极薄,感觉敏锐,尤其对痛觉敏锐。外耳道将声波传到鼓膜,具有传音和共振作用。这种传音主要对声音起修饰作用,传导到鼓膜的声音与外界的声音在功率谱和相位上产生一定的差异。

外耳道全长略呈S形弯曲,外段向内、前和微向上;中段向内、后;内段向内、前和微向下。外耳道可看成一个一端封闭的管子,封闭的一端是耳膜。依据管状共振的原理,这样的构造可以引起与耳道自然频率相同的声音共振。外耳道能够与波长4倍于其长度(2.5cm×4=10cm)的声波发生共振,据此计算,外耳道的共振频率约为3.8kHz,以该频率为中心的一定范围内的声压将由于共振效应而得到加强。因此,人耳对3~4kHz频率的声音最敏感,共振时该频段内的声波在鼓膜附近比在外耳道要高约10dB左右。由于鼓膜具有一定的阻尼性,同时又吸收较多的能量,因此,外耳道的共振曲线(即频率响应曲线)比较宽。鼓膜处与外耳道的声压级差随频率的变化,即外耳道对声音的增益作用,如图1.2所示^[1]。

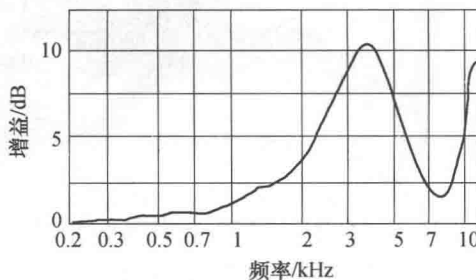


图 1.2 外耳道对不同频率声音的增益

另外,外耳道的皮肤含有耵聍腺和皮脂腺,分别分泌耵聍和皮脂形成蜡状耳垢,具有抑菌的作用,能够在一定程度上保护外耳道的作用。耳垢积累多了后对高频声音也会产生衰减作用。